Depredació de llavors dels aladerns (*Phillyrea* spp.) després de la dispersió per sargantanes i ocells a l'illa de Cabrera

Anna TRAVESET

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA NATURAL DE LES BALEARS

Traveset, A. 1997. Depredació de llavors dels aladerns (*Phillyrea* spp.) després de la dispersió per sargantanes i ocells a l'illa de Cabrera. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 40: 27-33. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

S'examina el nivell de depredació de les llavors d'aladern després de que aquestes han estat dispersades per ocells i per sargantanes, comparant els dos hàbitats on es troben els aladerns (pinar i garriga) i també veient l'efecte que té el microhàbitat (sota arbusts/arbres i clarianes de vegetació) sobre la probabilitat de supervivència de les llavors. Els resultats mostren que la probabilitat de que les llavors siguin depredades (per ocells granívors, ratolins o formigues) és igual en el pinar que en la garriga i, almenys en el pinar, sembla haver-hi una tendència a que les llavors sobrevisquin més als depredadors sota els arbusts que en les clarianes. El fet de que les llavors d'aladern estiguin dins femtes de sargantanes o en femtes d'ocells no sembla afectar la probabilitat de ser depredades. No obstant, és raonable pensar que els ocells són més importants que les sargantanes per a la dispersió dels aladerns ja que dispersen un major nombre de llavors, en menors densitats i, en general, a distàncies més grans de la planta mare (i probablement també a un major nombre de microhàbitats) que les sargantanes.
Paraules clau: *depredació post-dispersió,* Phillyrea, Podarcis lilfordi, *Cabrera, Illes Balears.*

SEED PREDATION OF *PHILLYREA* SPP. AFTER BEING DISPERSED BY LIZARDS AND BIRDS IN CABRERA ISLAND. This study examines the post-dispersal seed predation levels of *Phillyrea* spp. in the island of Cabrera (Balearic Islands). The two kind of habitats where these plants live (forest and scrubland) are compared and the effect of microhabitat (under shrubs/trees and in clears of vegetation) on seed survival is evaluated. Results show that the probability that seeds are preyed upon (by granivorous birds, mice or ants) is the same in pine forest than in scrubland and that, at least in the forest, there seems to be a tendency for a higher seed survival under the shrubs/trees than in the clears. The type of feces (lizards' or birds') where the seeds of *Phillyrea* were contained did not appear to affect the probability of predation. Nonetheless, it is reasonable to think that birds are more important than lizards as seed dispersers of these plants as birds disperse a greater number of seeds, at lower densities, and generally, to longer distances from the parent plant (and probably to a greater number of microhabitats as well) than lizards.
Keywords: *post-dispersal seed predation,* Phillyrea, Podarcis lilfordi, *Cabrera, Balearic Islands.*

Anna TRAVESET, Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (CSIC-UIB), Ctra. de Valldemossa km 7'5, 07071-Palma de Mallorca. Internet: ieaatv@clust.uib.es

Recepció del manuscrit: 18-set-96; revisió acceptada: 12-mar-97.

Introducció

La depredació de llavors que té lloc després que aquestes han estat dispersades (depredació post-dispersió) pot jugar un paper molt important en la distribució i/o abundància de moltes d'espècies vegetals. Diversos estudis han demostrat que la probabilitat de que les llavors siguin localitzades per un depredador depén (1) de la distància a la que són dispersades (p.ex., Janzen, 1970; Schupp, 1988; Traveset, 1990), (2) de la densitat en la que es troben (p.ex., Wilson i Janzen, 1972; Trombulak i Kenagy, 1980; Janzen, 1982; Ramírez i Arroyo, 1987; Hulme, 1994), i (3) de l'hàbitat o microhàbitat on són dipositades (p.ex., Janzen 1982; 1986; Webb i Willson, 1985; Schupp, 1988; Schupp i Frost, 1989; Traveset, 1990).

En la major part dels estudis on s'ha examinat la depredació de llavors dispersades per animals, aquestes s'han col·locat sobre la superfície, normalment dins plaques de Petri. Sols en uns pocs casos s'han emprat, per als experiments, les mateixes femtes que contenen les llavors (Janzen, 1982; 1986; Traveset, 1990). Això cal tenir-ho en compte, sobretot quan els dispersors són grans mamífers, ja que la probabilitat de supervivència de les llavors varia si aquestes estan al descobert i a la vista dels depredadors (siguin aquestes escarabats, formigues o ratolins) o si estan 'amagades' dins la femta (Traveset, 1990). L'enterrament de llavors en el terra també afecta al posterior descobriment d'aquestes per depredadors (p.ex., Hulme, 1994).

En el present estudi s'examina l'efecte de l'hàbitat i del microhàbitat sobre la depredació de llavors dels aladerns (*Phillyrea* spp.)(aquí s'inclouen tant el de fulla estreta, *P. angustifolia*, com el de fulla ampla, *P. latifolia*, i els possibles híbrids, ja que les llavors són molt semblants en forma, color i mida) a l'illa de Cabrera. Els aladerns es troben tant en el pinar com en la garriga (aquí solen ser més abundants), i en diferents densitats. Les seves baies, de color blau-negrós i amb un alt contingut d'aigua, són consumides i dispersades per diverses espècies d'ocells frugívors, principalment busquerets (*Sylvia* spp.), tords (*Turdus* spp.), ropits (*Erithacus rubecula*) i coarroigs (*Phoenicurus* spp.) (Traveset, 1992). A més, la sargantana (*Podarcis lilfordi*), molt abundant a Cabrera, també consumeix els fruits que cauen al terra, passant les llavors intactes pel tracte digestiu, i per tant actuant també com a dispersora dels aladerns (Sáez i Traveset, 1995).

Altres aspectes de la biologia dels aladerns es poden trobar en Sébastian (1956), Lepart i Dommée (1992), Traveset (1994) i Herrera *et al.* (1994).

Àrea d'estudi i mètodes

L'illa de Cabrera té una àrea aproximada de 1155 ha, amb una elevació màxima de 172 m (Alcover *et al.* 1993), i està coberta, sobretot, per garriga, amb taques disperses de bosc de *Pinus halepensis*. Les espècies arbustives predominants en la garriga són: la mata (*Pistacia lentiscus)*, els aladerns (*Phillyrea* spp.), la sabina (*Juniperus phoenicea*), el ginebró (*J. oxycedrus*) i l'ullastre (*Olea europaea*); en certes zones, també hi ha gran abundància de lletrera arbustiva (*Euphorbia dendroides*) i de romaní (*Rosmarinus officinalis*). Una descripció detallada de la vegetació i de la climatologia de Cabrera es pot trobar a Alcover *et al.* (1993).

En àrees de l'illa on els aladerns són abundants, es varen col·lectar, a principis d'octubre de 1994, femtes de

sargantana i d'ocells que contenien llavors d'aladern (fàcilment distinguibles de les llavors d'altres espècies). Les femtes de sargantana són allargades (1-1,5 cm) i tenen la part final de color blanc degut a l'àcid úric excretat; aquestes femtes es varen recollir sobretot en llocs pedregosos, els quals són usats per les sargantanes com a refugi. Les femtes d'ocells amb llavors d'aladern són molt més líquides i d'un color blau-negrós, i es varen recollir, principalment, sobre pedres. Les llavors d'aladern es reconeixen fàcilment en ambdós tipus de femtes. El nombre de llavors per femta oscil·la entre una i tres (el promig és 1,38 ± 0,58 (d.e.), n=120). Les llavors (una per baia) medeixen entre 3.09 i 5.58 mm de diàmetre ($\bar{X}$=3,85 mm d.e.=0,77, n=18).

Es va fer un disseny factorial 2 x 2 per avaluar els efectes tant del tipus d'hàbitat (pinar o garriga) com del lloc o microhàbitat (sota arbusts/arbres o en clarianes) on les llavors d'aladern poden ésser dispersades sobre la depredació d'aquestes. Del 7 al 10 d'octubre de 1994 es varen col·locar les femtes amb llavors en un total de 6 àrees: (1) àrea del port, prop dels pabellons militars, (2) camí del Penyal Blanc, (3) L'Olla, (4) Cala Ganduf, (5) Coll Roig i (6) Ses Quatre Quarterades. En cada una de les àrees es van escollir els dos tipus d'hàbitat, i dins de cada hàbitat es van posar les llavors en els dos tipus de microhàbitat. Es varen col·locar 5 femtes (rèpliques) en cada microhàbitat. Les femtes, contenint un nombre variable de llavors, es varen posar a l'atzar, i així el total de llavors per cel·la oscil·là entre 40 i 44. Per a tenir localitzades cada una de les femtes, aquestes es varen encerclar dins anelles de PVC (5 cm de diàmetre i 2 cm de fons) prèviament clavades en terra i deixant sobresortir 0,5-1 cm sobre la superfície per a evitar llur pèrdua degut a les possibles plujes. Cada anella va ser etiquetada amb retulador, i a part, es varen col·locar marques en terra i en la vegetació del voltant per facilitar la seva recuperació. Es varen col·locar un total de 120 anelles, cada una amb una femta dins. L'experiment es va deixar dos mesos, i el 12 de desembre es va fer un recompte de les llavors remanents.

L'anàlisi de les dades es va fer mitjançant una χ^2 d'independència per comparar la depredació de llavors entre els dos tipus d'hàbitats i entre els dos tipus de microhàbitats. Es va emprar el test de Mantel-Haenszel per demostrar l'associació entre microhàbitat i la presència/absència de llavors controlant per a la variable hàbitat. Prèviament, es va comprovar si els depredadors discriminaven entre les femtes de sargantanes i les d'ocells, mitjançant el test U de Mann-Whitney, per poder agrupar aquestes dades. Aquest test no paramètric es va usar degut a que les dades no seguien una distribució normal, inclús usant les transformacions corresponents.

Resultats

Les femtes de sargantanes varen ser trobades pels depredadors amb la mateixa probabilitat que les dels ocells. Malgrat es varen col·locar moltes més de les primeres (100 de sargantana vs. 20 d'ocell), la depredació de llavors no va diferir significativament entre els dos tipus de femta (86,7 ±32,3 % vs. 92,5 ± 24,5 %; U=937,5 P=0,48).

La depredació de llavors va ser molt alta, tant dins del pinar (86,9 ± 31,5 % (d.e.)) com en la garriga (88,3 ± 31,0%). No es trobaren diferències significatives en la depredació entre els dos tipus d'hàbitats (Pearson χ^2=0,15 P=0,70) (Fig. 1). La probabilitat de de-

predació va tendir a ser més baixa sota la vegetació (savines, aladerns, mates, ullastres o pins) que en les clarianes (Mantel-Haenszel _^{2}=3,51 P=0,06); les diferències entre aquests microhàbitats, però, sols es varen observar dins el pinar (Fig. 1).

La depredació de llavors va ésser alta en totes les àrees de l'illa examinades, oscil·lant entre un 80% (Cala Ganduf) i un 98% (Coll Roig). Aquestes xifres no es poden, de moment, relacionar amb densitat de depredadors en els diferents llocs degut a que no es disposa d'aquestes dades.

Discussió

Els aladerns, com altres espècies de la família de les oleàcies, no produeixen flors i fruits cada any sinó que tenen "booms" de reproducció més o menys periòdics. A la península Ibèrica, per exemple, s'ha vist que l'aladern de fulla ampla, *P. latifolia*, pot estar 8 anys sense gairebé produir fruits (Herrera *et al.*, 1994) i que en un període de 15 anys (1978-1992) la producció va ser important sols durant 1981 i 1989. Observacions fetes a Cabrera durant el període 1992-95, mostren que la producció de fruits d'aladern varia molt entre anys: mentre que la producció va ésser alta durant 1992 i sobretot durant 1994, no hi va haver floració ni al 1993 ni al 1995 (Traveset, dades no publicades). Aquests pics de floració i fructificació es tradueixen, molt probablement, en un establiment de les plàntules més o menys periòdic. L'alt nivell de depredació observat en el present estudi fa pensar que, si aquest és consistent entre anys, les llavors poden germinar i establir-se com a plàntules solsament quan hi ha una molt alta producció de fruits que 'atipa' als depredadors. No obstant, la depredació de les llavors pot variar molt entre anys degut a la variable densitat de depredadors i a l'abundància d'altres recursos presents en l'àrea. Si, per la raó que sigui, un any baixa molt el nivell de depredació, pot ser -mantenint els altres factors constants- que l'establiment de plàntules sigui important

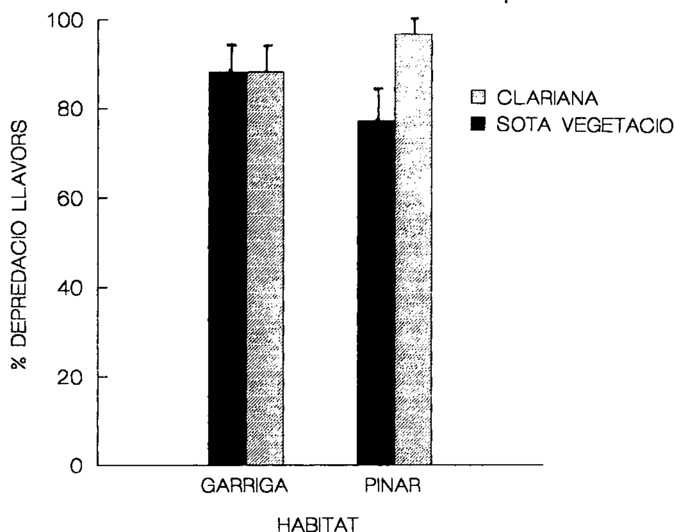


Fig. 1. Depredació de les llavors d'aladern, *Phillyrea* spp., en els dos tipus d'hàbitats i de microhàbitats. Es varen fer cinc rèpliques en cada microhàbitat en un total de sis àrees. N=30 en cada categoria. Les barres indiquen un error estàndard.

Fig. 1. Seed predation of Phillyrea *seeds in the two type of habitats and microhabitats. Five replicates were done in each microhabitat in a total of six areas. N=30 in each category. Bars indicate one standard error.*

malgrat la producció de fruits no hagi estat molt alta.

La depredació de llavors d'aladern no va diferir entre el pinar i la garriga. Això suggereix que la més alta densitat d'aladerns a la garriga no és deguda als depredadors de llavors. Molts altres factors (temperatura, lluminositat, condicions edàfiques, competència amb altres espècies, etc.) actuen segurament sobre la germinació i l'establiment dels aladerns en el sòl. La pluja de llavors produïda per la dispersió que fan els ocells sol estar acoplada a la densitat de llavors que s'estableixen en l'hàbitat o microhàbitat. Els ocells frugívors són més abundants a la garriga que al pinar (Traveset, obs. pers.), i per tant, la pluja de llavors disseminades ha d'ésser més gran a la primera. Així s'ha trobat en un estudi sobre *P. latifolia* realitzat a la Serra de Cazorla (Jaén) (Herrera *et al.*, 1994).

Segons els resultats d'aquest estudi, el fet de que la llavor sigui defecada en una clariana o sota un arbust sembla afectar la seva possible depredació. Almenys dins el pinar, la probabilitat de sobreviure als depredadors sembla ser més gran sota la vegetació que en les clarianes. Això no treu, però, que la probabilitat de sobreviure a altres factors (manca de llum, de nutrients, etc.) pugui ser més alta a una certa distància de plantes adultes i en clarianes. En altres estudis s'ha trobat que hi ha un important efecte del microhàbitat, i que la probabilitat de supervivència de les llavors als depredadors és molt més gran en les clarianes que sota arbres/arbusts o dins del bosc (p. ex., Webb i Willson, 1985; Schupp, 1988; Schupp i Frost, 1989; Traveset, 1990). No obstant, sembla no haver-hi patrons consistents en l'efecte d'hàbitat i microhàbitat sobre la depredació de llavors (veure revisió bibliogràfica en Willson, 1988).

El tipus de femta on es troben les llavors no afecta a llur posterior depredació. La descomposició de la femta sol ésser ràpida, tant la d'ocell com la de sargantana, i si les llavors queden lliures, els depredadors (tant formigues com ratolins o pinsans) rarament poden discriminar entre femtes. No obstant, la pluja de llavors dispersades per ocells difereix molt de la dispersada per sargantanes i això pot tenir implicacions per a la depredació post-dispersió. Els ocells defequen o regurgiten les llavors, en promig, a distàncies més grans (obs. pers.) de la planta mare i, per tant, en densitats menors que les sargantanes. Els territoris dins els que es mouen les sargantanes solen ésser bastant reduïts i llurs femtes es solen trobar molt concentrades en l'espai. Això ben segur afecta la probabilitat de que les llavors siguin trobades per un depredador (més alta quant més alta la densitat de llavors), com s'ha vist en diversos estudis (p. ex., Wilson i Janzen, 1972; Trombulak i Kenagy, 1980; Ramírez i Arroyo, 1987; Hulme, 1994) a més d'afectar a l'establiment i creixement de les plàntules (altes concentracions de plàntules implicaran una major competència pels recursos, i per tant, una major mortalitat).

Les formigues, en l'actualitat, semblen ésser les principals depredadores de llavors un cop aquestes han estat dispersades. A Cabrera, han estan citades 14 espècies (Comín i Furió, 1986) algunes de les quals són conegudament granívores, com les dels gèneres *Messor*, *Crematogaster*, *Pheidole*, *Iridomyrmex* i *Camponotus*. En uns pocs casos es trobaren troços de llavors al costat de l'anella on s'havia col·locat la femta, indicant que havien estat depredades probablement per ocells consumidors de llavors com són els pinsans. El ratolí domèstic *Mus musculus*, també

s'ha de considerar un possible depredador de les llavors d'aladern a Cabrera, ja que està per tota l'illa (Alcover, com. pers.). El ratolí de camp, *Apodemus sylvaticus*, gran consumidor de llavors (ex. Orsini, 1979; Hulme, 1994), no sembla que actualment es trobi a Cabrera, però hi ha evidència de que hi va ésser en un passat recent (fa uns 100-200 anys; Alcover, com. pers.) i molt probablement devia ésser un important depredador de les llavors d'aladern així com de les d'altres espècies.

Agraïments

N'Antònia Sans va ser de gran ajut en el treball de camp. Agraeixo també al personal del Parc Nacional de Cabrera el seu ajut logístic sense el qual no s'hagués pogut dur a terme l'estudi. En Miquel Palmer va aportar valuosos comentaris al manuscrit. Aquest treball s'emmarca dins els projectes PB91-0055 (finançat per la DGICYT) i AMB96-0843 (finançat per la CICYT).

Bibliografia

Alcover, J.A., Ballesteros, E. i Fornós, J.J. 1993. *Història Natural de l'Arxipèlag de Cabrera*. Ed. Moll-CSIC. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 2. 778 pp. Palma de Mallorca.

Comín, P. i Furió, V. 1986. Distribución biogeográfica de las hormigas (Hymenoptera, Formicidae) en las islas del Mediterráneo Occidental. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 30: 67-79.

Herrera, C.M., Jordano, P., López-Soria, L. i Amat J.A. 1994. Dispersal ecology of a mast-fruiting, bird-dispersed tree: bridging frugivory activity and seedling establishment. *Ecol. Monogr.*, 64: 315-344.

Hulme, P.E. 1994. Post-dispersal seed predation in grassland: its magnitude and sources of variation. *J. Ecol.*, 82: 645-652.

Janzen, D.H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *Am. Nat.*, 104: 501-528.

Janzen, D.H. 1982. Removal of seeds from horse dung by tropical rodents: influence of habitat and amount of dung. *Ecology*, 63: 1887-1900.

Janzen, D.H. 1986. Mice, big mammals, and seeds: it matterns who defecates what where. pg. 251-271. In: Estrada A. & Fleming, T.H. Eds. *Frugivores and seed dispersal*. W. Junk Publishers, Dordrecht.

Lepart, J. i Dommée, B. 1992. Is *Phillyrea angustifolia* L. (Oleaceae) an androdioecious species?. *Bot. J. Linn. Soc.*, 108: 375-387.

Orsini, P. 1979. Recherches sur les rongeurs de quelques formations à chênes du midi de la France. Tesi de llicenciatura. Univ. de Montpellier.

Ramírez, N. i Arroyo, M.K. 1987. Variación espacial y temporal en la depredación de semillas de *Copaifera pubiflora* Benth. (Leguminosae: Caesalpinioideae) en Venezuela. *Biotropica*, 19: 32-39.

Schupp, E.W. (1988) Seed and early seedling predation in the forest understory and in treefall gaps. *Oikos*, 51: 71-78.

Schupp, E.W. i Frost, E.J. 1989. Differential predation of *Welfia georgii* seeds in treefall gaps and the forest understory. *Biotropica*, 21: 200-203.

Sébastian, C. 1956. Etude du genre *Phillyrea* Tournefort. *Trav. Inst. Sci. Cherifien*, 6: 1-102.

Sáez, E. i Traveset, A. 1995. Fruit and nectar feeding by *Podarcis lilfordi* (Lacertidae) on Cabrera Archipelago (Balearic Islands). *Herpetol. Rev.*, 26: 121-123.

Traveset, A. 1990. Post-dispersal predation of *Acacia farnesiana* seeds by *Stator vachelliae* (Bruchidae) in Central America. *Oecologia (Berlin)*, 84: 506-512.

Traveset, A. 1992. Resultats preliminars sobre el consum de fruits per ocells a l'illa de Cabrera (Illes Balears). *A.O.B.*, 7: 3-9.

Traveset, A. 1994. Reproductive biology of *Phillyrea angustifolia* L. (Oleaceae) and effect of galling-insects on its reproductive output. *Bot. J. Linn. Soc.*, 114: 153- 166.

Trombulak, S.C. i Kenagy, G.J. 1980. Effects of seed distribution and competitors on seed harvesting efficiency in heteromyid rodents. *Oecologia (Berlin)*, 44: 342-346.

Webb, S.L. i Willson, M.F. 1985. Spatial heterogeneity in post-dispersal predation in *Prunus* and *Uvularia* seeds. *Ecology*, 67: 150-153.

Willson, M.F. 1988. Spatial heterogeneity of post-dispersal survivorship of Queensland rainforest seeds. *Australian J. Ecol.*, 13: 137-145.

Wilson, D.E. i Janzen, D.H. 1972. Predation on *Scheelea* palm seeds by bruchid beetles: seed density and distance from the parent palm. *Ecology*, 53: 954-959.